

# ПРОЕКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДЛЯ ПРОГНОЗА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

О.М. Демиденко  
Беларусь, Гомель

Сообщается о технологии проектирования системы мониторинга на базе ЛВС распределенной ИБД с помощью имитационных моделей. Предлагается инструментарий постановки имитационного эксперимента для разработки вариантов мониторинга. Излагается методика оценки технологических характеристик ЛВС с распределенной ИБД. Приведены некоторые результаты апробации этой методики. Ключевые слова: мониторинг, экологические параметры, имитационное моделирование, вычислительный процесс, узел ЛВС.

## Введение

Проблеме мониторинга экологических параметров (ЭП) в Республике Беларусь уделяется все возрастающее внимание. Этому способствует ее географическое положение и тот факт, что она окружена особо опасными объектами типа АЭС и предприятиями химического производства. Однако уровень технологии существующих систем связи и обработки информации на ЭВМ не позволяет организовать автоматический мониторинг ЭП по всей Республике Беларусь. Поэтому разработка методик проектного моделирования систем мониторинга (СИСМОН) является актуальной. Ниже предлагается технология проектирования СИСМОН на базе ЛВС с распределенной информационной базой данных (РИБД).

## 1. Состав и структура инструментария проектного моделирования СИСМОН

Инструментарий проектного моделирования (ИПМ) структурно состоит из следующих компонентов:

- базовой системы моделирования MICIS [1], позволяющей оперативным образом реализовать имитационные модели (ИМ) вариантов СИСМОН;
- библиотеки элементов ИМ СИСМОН и ЛВС с РИБД, с помощью которых можно конструировать ИМ вариантов организации СИСМОН;
- библиотеки готовых ИМ гипотетических вариантов организации СИСМОН, реализованных в ходе апробации ИПМ;
- библиотеки процедур испытания ИМ и принятия проектных решений, повышающих уровень технологии постановки ИЭ.



Базовая СМ МІСІС [1] представляет собой ядро ИПМ. Все ИМ реализуются в ее среде на основе транзактно-процессного способа формализации процессов в ЛВС с РИБД. Технологические возможности СМ МІСІС позволяют имитировать все процессы передачи информации, ее обработки и принятия решений о появлении чрезвычайной ситуации с заранее вычисленной вероятностью.

Важной компонентой ИПМ является ИБД инструментария. Фактически она является той средой, в которой создается, реализуется и фиксируется "чрезвычайная ситуация" и при появлении которой происходит оценка реактивности и оперативности варианта СИСМОН.

## 2. Особенности представления в ИПМ технологических операций СИСМОН

В качестве объекта исследования выступает СИСМОН, представляющая собой систему программно-технологических комплексов (ПТК), реализованных на ЛВС и расположенных в областных и районных центрах и соединенных друг с другом информационными каналами. Каждый из ПТК обеспечивает сбор, хранение, актуализацию и обработку информации, поступающей с периферийных источников (ПИС). Структурно ПТК однотипны и обладают типовым набором программного обеспечения (ПО). ПИС также стандартизованы. Каждый из них может замерять вектор, компонентами которого являются ЭП того участка местности, на котором он установлен. Не останавливаясь на технологии создания информации с помощью ПИС, рассмотрим функционирование ПТК. В общем случае, ПТК представляет собой множество программных модулей (ПМ<sub>j</sub>), функционирование которых взаимосвязано и требует обращение к модулям РИБД. Связи между ПМ<sub>j</sub> представляются в виде графа (GR), узлами которого являются матрицы переходов МР<sub>ij</sub>. Модули РИБД (МД<sub>ik</sub>) также представляются с помощью другого графа (GRB), а дуги между ними определяют связи между модулями и задаются матрицей переходов МР<sub>ik</sub>. Основной компонентой СИСМОН является узел ЛВС с РИБД. Поэтому основное внимание в дальнейшем уделено анализу функционирования ВП и взаимодействию пользователей ЛВС с ПТК.

ВП в узле ЛВС организуется следующим образом. Центральный процессор (ЦП) является местом выполнения ПМ<sub>j</sub> и программной операционной системы (ПОС), которая и обеспечивает запуск ЦП на выполнение ПМ<sub>j</sub> и реализует дисциплину взаимодействия ПМ<sub>j</sub> и МД<sub>ik</sub> между собой согласно графов соответственно GR и GRB. РИБД размещает во внешней памяти (ВНП). Поэтому взаимодействие любого ПМ<sub>j</sub> с ВНП представляет собой обращение к МД<sub>ik</sub> и его обслуживание ПОС. Ресурс оперативной памяти (ОП) узла ЛВС полностью выделяется запросу пользователя i-го типа, который обслуживается цепочкой ПМ<sub>j</sub> согласно GR. Таким образом, каждый ПМ<sub>j</sub> поочередно захватывает ЦП на время

Слс:.



### 3. Концептуальная модель ВП и РН на ЛВС с РИБД

Рабочая нагрузка (РН) на входе любого узла ЛВС по своей структуре является типовой и считаем ее неизменной в ходе ИЭ. В качестве управляющих параметров ИМ ВП и РН на узел ЛВС используются:

$(\lambda_{\phi}, \lambda_{д}, \lambda_{т})$  - вектор интенсивностей поступления запросов пользователей соответственно в фоновом, диалоговом и транзитном режимах их взаимодействия с узлами ЛВС;

$\vartheta_{р}$  - скорость работы ЦП узлов ЛВС;

STRf - структура РИБД узла ЛВС.

Скорость ЦП ( $\vartheta_{р}$ ) задавалась в виде коэффициента, на который делятся значения интервалов работы ПМ $j$  ( $t_{обсj}$ ), если ЦП исследуемого узла ЛВС имеет скорость отличную от скорости обработки ЦП ИМ

РС 486. Структура РИБД задается: количеством модулей МДк ( $k=1, K$ ), объемом информации в РИБД ( $V_{ибдk}$ ), временем обработки ПМ $j$  единицы информации из МДк ( $t'_{обсj}$ ), матрицей вероятностей выбора цепочки МДк ( $MSfk$ ).

Отклики ИМ ВП и РН на узел ЛВС группируются на административные и пользовательские. Первая группа откликов позволяет анализировать качество ВП с точки зрения администрации узла ЛВС. Сюда входят: коэффициенты загрузки ЦП и ВМП ( $\eta_{цп}$  и  $\eta_{вмп}$ ); длины очередей запросов пользователей к ПМ $j$  и времена их ожидания в этих очередях ( $l_j, t_{ожj}$ ); коэффициент использования ЦП модулем ПМ $j$  ( $\eta_j$ ).

Очевидно, что  $\eta_{цп} = \sum_j \eta_j$ . Вторая группа откликов характеризует качество

обслуживания запросов пользователей ( $T_{жф}, T_{жд}, T_{жт}$ ). Она представляет собой времена обслуживания узлом ЛВС запросов пользователей соответственно в фоновом, диалоговом и транзитном режимах. Таким образом, в состав компонент вектора управляющих параметров ИЭ с ИМ ВП и РН на узел ЛВС с РИБД входят:

$UP = (\lambda_{\phi}, \lambda_{д}, \lambda_{т}, \vartheta_{р}, V_{ибдk}, MSfk)$ .

Для изменения группы административных откликов ИМ формировались зависимости:

$\eta_j = \varphi_1(UP)$ ;  $\eta_{цп} = \varphi_2(UP)$ ;  $\eta_{вмп} = \varphi_3(UP)$ ;  $l_j = \varphi_4(UP)$ ;  $t_{ожj} = \varphi_5(UP)$ .

Анализ качества обслуживания пользователей проводился на основании зависимостей:

$T_{жф} = \psi_1(UP)$ ;  $T_{жд} = \psi_2(UP)$ ;  $T_{жт} = \psi_3(UP)$ .

Поскольку организовать многофакторный ИЭ, варьируя все компоненты вектора  $UP$ , довольно ресурсоёмко, то был применен способ исследования ВП и РН с помощью секущих плоскостей зависимостей  $\varphi$  и  $\psi$ , при котором изменяется одна только компонента вектора  $UP$ , а остальные фиксированы в пространстве параметров ИМ ВП и РН на ЛВС с РИБД.

#### 4. Особенности формализации ВП и РН на ЛВС с РИБД

Для имитации выполнения любого запроса пользователя все проблемные программы были декомпозированы на семь групп ПМ<sub>j</sub>: ввода информации (ПМ1), обработки информации (ПМ2), корректировки информации (ПМ3), удаления информации из РИБД (ПМ4), формирования отчетов (ПМ5), реализации вычислений на ЦП (ПМ6), печати результатов анализа (ПМ7). Для каждого типа запроса реализуется своя проблемная задача, определяемая графом GR<sub>i</sub>. Время обслуживания *i*-го запроса к РИБД ( $\tau_{ij}$ ) при обращении к ПМ<sub>j</sub> любого типа является функцией следующих параметров:

$$\tau_{ij} = \Phi_{ij}(V_{\text{ИБД}}, MS_{fk}).$$

Таким образом РН на ЛВС создает поток задач, каждая из которых декомпозируется в виде графа, узлами которого являются ПМ<sub>j</sub>, а дуги определяются в динамике имитации ВП на основе приведенных выше параметров РИБД. Блок-схема ИМ варианта ВП на ЛВС с РИБД представлена на рис. 1. На блок-схеме ПМ<sub>j</sub> имеют следующий смысл:

- источник запросов (ИСТ1-ИСТ3) пользователей каждого типа формируют транзакты;
- ПОГЛ - поглотитель транзактов на выходе ИМ;
- ПВ<sub>i</sub> - операторы перехода по вероятности;
- Дисп ИБД - программы-диспетчеризации запросов к ИБД;
- ОС узла - блоки операционной системы ЛВС, распределяющие запросы по ПМ<sub>j</sub> и реализующие обслуживание ПМ<sub>j</sub>.

#### 5. Реализация и испытание ИМ ВП и РН на узел ЛВС с РИБД

Формальное описание ИМ ВП и РН на узел ЛВС с РИБД было переработано в описание модели с помощью языка SM MICIS [1]. Характеристики структуры задач пользователей (функция распределения времен выполнения модулей  $F_{ij}(t_{\text{обс}})$  и матрица вероятностей переходов  $MP_{ij}$ ) были заданы на основе экспертных данных согласно методики, изложенной в работе [2]. Конкретные значения интервалов изменения интенсивностей запросов пользователей  $\lambda_i$  определились в ходе предварительного ИЭ, который представлял собой реализацию процедуры выбора рабочей области исследований, описанной в работе [2].

Оценка точности имитации вариантов организации ВП в узлах ЛВС с РИБД показала, что максимальная погрешность (порядка 12%) откликов РН соответствует длительности цикла обслуживания транзитных запросов к узлу ЛВС ( $T_{\text{жт}}$ ). Значения коэффициентов точности для остальных откликов ИМ не превышают 10%. Было установлено, что рациональная длительность переходного режима имитации составляет  $T_{\text{пн}} = 8000\text{с}$ .



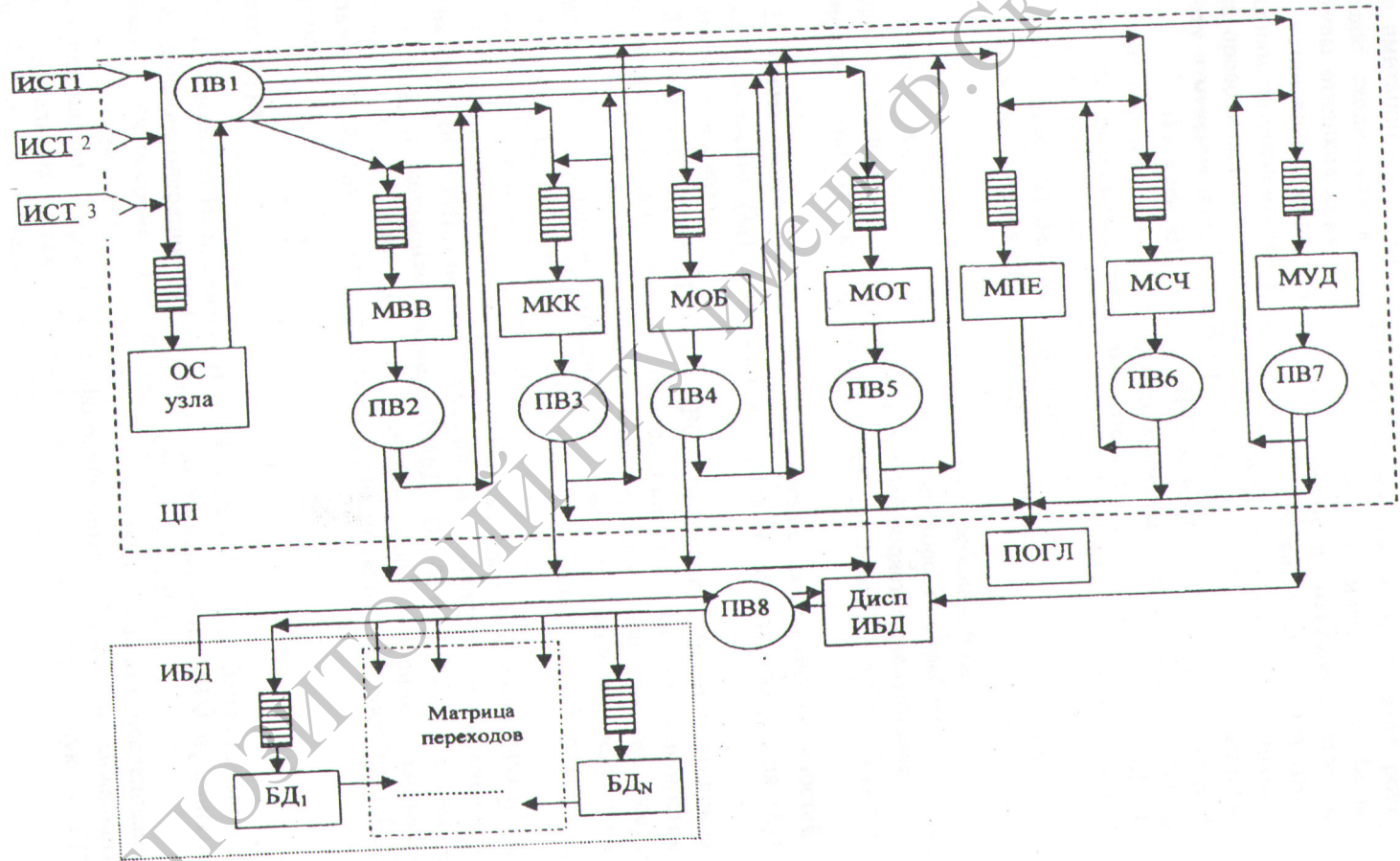


Рис. 1. Блок-схема ИМ узла ЛВС

при времени моделирования одного варианта ВП и РН на ЛВС с РИБД  $T_{\text{мод}}=40000\text{с}$ . При этих условиях можно говорить об устойчивости режима имитации по всем откликам ИМ, поскольку все отклики имеют тенденцию сходимости к их средним значениям и отсутствует рост амплитуды откликов даже при четырехкратном увеличении  $T_{\text{мод}}$ . Была также установлена иерархия чувствительности откликов ИМ к изменениям интенсивностей запросов пользователей на входе узла ЛВС. Оценка проводилась по отношению процентов приращений откликов к проценту изменения параметра ВП и РН на ЛВС. По этому показателю наиболее чувствителен ВП в узле ЛВС к изменениям интенсивностей транзитных пользователей ( $\lambda_T$ ). Проверка адекватности ИМ ВП и РН на узел ЛВС не проводилась, поскольку отсутствовала реальная СИСМОН. Вместо этого осуществлялся поиск рабочей области исследований ВП согласно методики, изложенной в работе [2].

Анализ результатов этого поиска позволяет сделать следующие выводы.

1. При росте интенсивностей поступления требований на обслуживание ( $\lambda_{\text{Ф}}$ ,  $\lambda_{\text{Д}}$ ,  $\lambda_{\text{T}}$ ) в 4 раза и изменения скорости обработки информации на рабочих узлах ( $\vartheta_{\text{P}}$ ) до 6 раз наблюдается следующее падение значений откликов:  $\eta_{\text{ЦП}}$  в 2,5 раза;  $T_{\text{ЖФ}}$  в 9 раз;  $T_{\text{ЖТ}}$  в 8 раз;  $T_{\text{ЖД}}$  в 5 раз.

2. Имеет место устойчивое соотношение роста интенсивностей. Область изменения ( $\lambda_T$ ) возрастает в 4 раза, а область изменения ( $\lambda_{\text{Д}}$ ) растет только в 2 раза.

3. При росте скорости ЦП узла ЛВС ( $\vartheta_{\text{P}}$ ) область изменения откликов существенно уменьшается. Например, при тех же интенсивностях диалоговых и фоновых запросов пользователей, при том же росте скорости ЦП происходит падение значений откликов в следующих пропорциях:  $\eta_{\text{ЦП}}$  снижается в 1,6 раза,  $T_{\text{ЖФ}}$  падает в 1,3 раза,  $T_{\text{ЖТ}}$  снижается в 1,7 раза, а  $T_{\text{ЖД}}$  уменьшается в 1,8 раза.

4. Исследования влияния размера РИБД ( $V_{\text{ИБД}}$ ) на отклики ИМ ВП и РН на узел ЛВС с РИБД позволили установить высокую чувствительность  $\eta_{\text{ЦП}}$  и  $\eta_{\text{ВВП}}$  к вариациям размера РИБД. Особенно чувствительны к влиянию  $V_{\text{ИБД}}$  длительности циклов обслуживания запросов пользователей. Так, например, рост  $V_{\text{ИБД}}$  на порядок дает рост  $T_{\text{ЖФ}}$ ,  $T_{\text{ЖД}}$ ,  $T_{\text{ЖТ}}$  на 20-30%.

#### Литература

1. Максимей И.В., Левчук В.Д., Жогаль С.П. и др. Задачи и модели исследования операций. Ч.3. Технология имитации на ЭВМ и принятие решений: Уч. пособие. - Гомель, БелГУТ, 1999. - 150 с.

2. Агеенко И.В. Метод и средства автоматизации исследования вычислительного процесса информационных систем в локальных вычислительных сетях. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. / ГГУ им. Ф. Скорины.-Гомель, 1999. - 22 с.